إجابات الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ٣-١: التغير في المحتوى الحراري لذوبان الكلوريدات

المدة

سيستغرق هذا الاستقصاء العملي 40 دقيقة؛ وتستغرق أسئلة التحليل والاستنتاج والتقويم 30 دقيقة.

التحضير للاستقصاء

- ينبغي أن يمتلك الطلبة بعض الخبرة حول التغيرات الماصّة للحرارة والطاردة للحرارة من دراساتهم السابقة. في هذا الاستقصاء، يقيس الطلبة التغير في المحتوى الحراري للذوبان عند إذابة بعض المواد الصلبة الأيونية في الماء.
- قبل البدء بالتجربة، يجب أن يكون الطلبة على دراية بكيفية وزن المركبات بدقة وبأهمية القياسات الدقيقة.

ستحتاج إلى

المواد والأدوات:	
• كوب من البوليسترين وكأس زجاجية سعة 250 mL	• قوارب للوزن
• غطاء يناسب كوب البوليسترين، مع فتحة لوضع ميزان الحرارة	• كلوريد الليثيوم اللامائي (LiCl)
• مخبار مدرج سعة 20 mL (أو 10 mL)	• كلوريد الصوديوم اللامائي (NaCl)
• ميزان حرارة، 100°C - 10– (يفضل أن يكون التدرج فيه 0.1°C)	• كلوريد البوتاسيوم اللامائي (KCl)
• ماء مقطر	• كلوريد الماغنيسيوم اللامائي ($MgCl_2$)
• ميزان رقمي يقرأ حتى منزلة عشرية واحدة على الأقل	• كلوريد الكالسيوم اللامائي ($CaCl_2$)
• ساق التقليب	(يجب أن تكون هذه المواد في حاويات منفصلة ومغلقة مع ملعقة كيمياويات)

المعلم الالكتروني الشامل

ملاحظات ونصائح إضافية

- يمتص كلوريد الكالسيوم الرطوبة من الهواء ويذوب كونه مادة مائعة، لذلك يجب تجفيفه باستخدام وعاء تجفيف. وينبغي عدم ترك زجاجات هذا الملح مفتوحة، إذ يجب أن تكون الأملاح جافة تمامًا.
- لتجنب تلوث الأملاح، يمكنك وضع كمية صغيرة من كل ملح في كأس زجاجية صغيرة أو أنبوبة تسخين مع ملعقة كيماويات، تحمل اسم الملح. ويجب إغلاق الكؤوس أو الأنابيب لتجنب امتصاص الرطوبة.

⚠ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة ارتداء نظارات واقية للعينَين أثناء إجراء التجربة.
- يعد كلوريد الكالسيوم اللامائي مادة مهيجة.
- تعد الكلوريدات الأخرى منخفضة الخطورة.

توجيهات حول الاستقصاء

- في هذا الاستقصاء، يقيس الطلبة التغير في المحتوى الحراري للذوبان عند إذابة بعض المواد الصلبة الأيونية في الماء.
- تنفيذ الاستقصاء بالتعلم التعاوني؛ كل مجموعة تنفذ الاستقصاء لأحد الأملاح ومن ثم تتبادل النتائج مع المجموعات الأخرى.
- تكون بعض التغيرات في درجة الحرارة صغيرة، لذا فإن القراءة الدقيقة لميزان الحرارة تعد أمرًا أساسيًّا.
- يجب أن يقوم الطلبة بتقليب المحلول باستخدام ساق زجاجية للتقليب.
- انصح الطلبة بعدم تحريك الكأس دائريًا في حالة وجود أي بلورات على جوانب الكأس لم تتمّ إذابتها. ومن أجل الحصول على نتائج مقبولة، يجب ألا تستغرق عملية الإذابة أكثر من دقيقتين إلى 3 دقائق، وإلا فإن فقدان الحرارة يكون كبيرًا جدًا.
- قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في استقراء التمثيل البياني لتحديد التغير المصحّح في درجة الحرارة في سؤال تحليل البيانات ٢.
- قد يحتاجون أيضًا في السؤال ٧ إلى تلميح حول درجات الحرارة النسبية للمحلول ومحيطه في هذا التفاعل الماص للحرارة.
- قد يغفل الطلبة في السؤال ١٠ عن إدراك أن المحاليل المتكونة مركزة إلى حد ما، وهذا لا يتناسب تمامًا مع التعريف، الذي يشير إلى محاليل مخففة جدًا (تخفيف غير محدود).
- إذا أنهى الطلبة الأكثر قدرة النشاط في وقت مبكر، فيمكن تكليفهم شرح العلاقة بين التغير في المحتوى الحراري للذوبان وموقع كلوريدات فلزات عناصر المجموعة الأولى، في ضوء الاختلافات في طاقة الشبكة البلورية وطاقة التميه.

عيّنة نتائج

يعطي الجدولان (٣-١) و(٣-٢) فكرة عن النتائج التي قد يحصل عليها الطلبة خلال الاستقصاء باستخدام نحو 0.04 mol من الملح لكل 20 mL من الماء.

التغيرات القصوى في درجات الحرارة عند إضافة الأملاح إلى الماء.

الكلوريد	التغير في درجة الحرارة
LiCl	+12.5°C
NaCl	–0.9°C
KCl	–7.0°C
$MgCl_2$	+40.2°C
$CaCl_2$	+28.5°C

الجدول ٣-١ جدول النتائج

بيانات التغير في درجة الحرارة خلال إذابة كلوريد البوتاسيوم.

الزمن / دقائق	0	½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6
درجة الحرارة (°C)	19.7	19.8	19.9	19.8	19.8	14.2	13.6	13.5	13.6	14.0	13.9	14.2	14.5

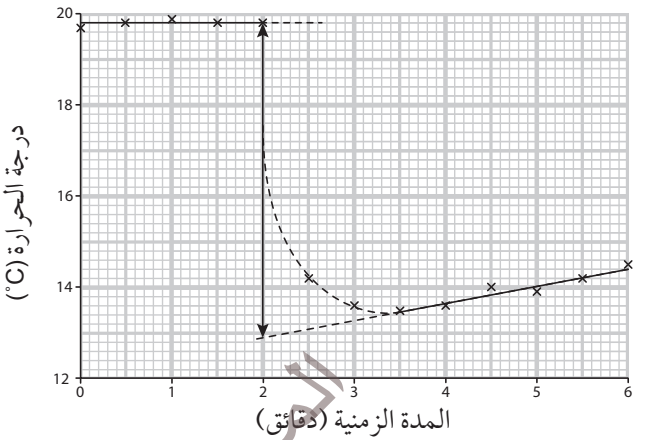
الجدول ٣-٢

المعلم الإلكتروني الشامل

إجابات أسئلة كتاب التجارب العملية والأنشطة باستخدام عيّنة نتائج

١. راجع الجدولين ٣-١ و٣-٢.

٢. راجع الشكل ٣-١



الشكل ٣-١

٣. كمية الحرارة المتبادلة (J)

$q = mc\Delta T$

$q = 20\ (g) \times 4.18 \times (-7)\ (°C) = -585.2\ J$

تفترض هذه النتيجة أن السعة الحرارية النوعية للمحلول تساوي السعة الحرارية النوعية للماء.

٤. التغير في المحتوى الحراري لذوبان مول واحد من كلوريد البوتاسيوم (KCl):

$$\Delta H^{\ominus}_{sol} = \frac{\Delta H}{n} = \frac{+5852}{0.04} = +14630\ J/mol$$

(+ 14.6 kJ/mol)

تعد هذه القيمة أقل من القيمة الفعلية +16 kJ/mol بسبب فقدان كمية من الحرارة.

٥. عند الانتقال من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة ١، يتحوّل التغير في المحتوى الحراري للذوبان من طارد للحرارة إلى ماص للحرارة ليصبح ماصًا للحرارة أكثر فأكثر. تميل الكلوريدات إلى امتصاص كمية أكبر من الحرارة كلما ازداد حجم الكاتيون.

٦. يذوب كلوريد الماغنيسيوم وكلوريد الكالسيوم ويكون التغير في الطاقة طاردًا أكثر للحرارة مقارنةً بكلوريد الصوديوم وكلوريد البوتاسيوم المقابلين في الدورة نفسها. يمكن لهذا الأمر أن يكون مرتبطًا بوجود كاتيون ذي شحنة أكبر وعدد أكبر من أيونات الكلوريد.

٧. يمتلك محيط التفاعل درجة حرارة أعلى من المحلول، وبالتالي يكتسب (يمتص) المحلول الحرارة من محيطه طوال الوقت بعد الخلط. تحاول الطريقة المستخدمة تعويض اكتساب الحرارة عن طريق استقراء المخطط إلى النقطة (الزمن) التي تمّت إضافة المادة الصلبة عندها.

٨. كان يمكن استخدام سحاحة أو ماصة مدرّجة لإضافة الماء بدلًا من المخبار المدرج الأقل دقة.

المعلم الإلكتروني الشامل

٩. يمكن وضع عيّنة المادة الصلبة في أنبوبة اختبار نظيفة وجافة ثم غمس الأنبوبة لبضع دقائق في كوب آخر من البوليسترين يحتوي على كمية قليلة من الماء، ويجب أن يكون الماء من الحاوية نفسها التي استخدمت في الاستقصاء الرئيسي حيث ستكون عند درجة الحرارة نفسها.

١٠. تعريف التغير في المحتوى الحراري للذوبان يشير إلى محاليل مخففة جدًّا. وتعد المحاليل التي استخدمت هنا مركزة إلى حد ما: 0.04 mol / 20 mL تعني أن تركيز المحلول يساوي 2.0 mol/L، ومع أي تخفيف إضافي سيمتص هذا المحلول (أو يطلق) طاقة أكثر، ولكن في هذه الحالة سنحتاج إلى ميزان حرارة شديد الدقة لتسجيل التغيرات في درجة الحرارة.

المعلم الإلكتروني الشامل